

明 細 書

光検出器及びそれを用いた分光器

技術分野

- [0001] 本発明は、光検出素子アレイを備える光検出器、及びそれを用いた分光器に関するものである。

背景技術

- [0002] 分光器(スペクトロメータ)は、測定対象となる光をプリズムや回折格子などの分光素子によって各スペクトル成分へと分解する光学装置である。このような装置では、分光素子によって分光された光のスペクトル成分を検出することにより、光の波長分布や特定波長成分の強度などを知ることができ、様々な用途に用いられている(例えば、特許文献1参照)。

特許文献1:特開平9-89669号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 回折格子等を用いた分散型の分光器では、回折格子の後段に設けられて分光された光のスペクトル成分を検出する検出手段の1つとして、複数のフォトダイオードが配列されたフォトダイオードアレイが用いられている。分光された光のスペクトル成分を複数のフォトダイオードのそれぞれで検出することにより、その波長分布を測定することができる。
- [0004] 一方、回折格子の前段にはスリット状の光入射部材が設けられ、測定対象として入射する光の光路や入射角度が制限される。これらの光入射部材、分光素子、及びフォトダイオードアレイは、ハウジングを介して互いに位置決めされた状態で一体に固定される。
- [0005] ここで、このような分光器を製造する際には、高分解能で精度良い分光測定を可能とするため、光入射部材、分光素子、及びフォトダイオードアレイを高い位置決め精度で配置する必要がある。しかしながら、上記構成の分光器では、その構成要素を互いにアライメントして固定する工程が複雑であり、あるいは、各構成要素のアライメ

ントにおいて十分な位置決め精度が得られない場合もある。

- [0006] 従来の分光器の構成例として、図8に、特許文献1に記載された分光器の構成を示す。この分光器では、筐体となる半導体基板201の表面をエッチングして形成した凹部の底面202に、フォトダイオードアレイ204、及び反射面207がパターン形成されている。また、凹部の傾斜側面208にも反射面が形成されている。基板201上には板状の保護部材206が配置されており、この保護部材206には、光透過領域209、及び回折格子205が形成されている。この分光器では、基板201の上面203に保護部材206を位置決めして貼り付けることによって、分光器が構成される。
- [0007] この分光器では、図8中に光路210によって示すように、光透過領域209から入射された光は、側面208の反射面、及び底面202の反射面207を経て回折格子205に到達する。そして、回折格子205によって分光された光がフォトダイオードアレイ204で検出される。
- [0008] 図8に示した分光器においては、半導体基板201と保護部材206とを位置合わせすることにより、光照射領域209及び回折格子205と、フォトダイオードアレイ204とが位置決めされる。しかしながら、基板201に凹部を形成した上で、フォトダイオードアレイ204、及び反射面207を形成しているため、分光器の構造及びその製造工程が複雑になるという問題がある。また、基板201に設けられたフォトダイオードアレイ204及び反射面207と、保護部材206に設けられた光照射領域209及び回折格子205とのそれぞれの間での位置決めが必要であり、そのアライメントが難しい。
- [0009] 本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、簡単な構成で、分光器に適用した場合にその構成要素の位置決め精度を向上することが可能な光検出器、及びそれを用いた分光器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] このような目的を達成するために、本発明による光検出器は、(1)基板と、(2)基板上に所定の配列で形成された複数の光検出素子を有する光検出素子アレイと、(3)光検出素子アレイに対して所定の位置関係で基板に形成された開口部を含み、光検出素子で検出する光を入射するために用いられる光入射部と、(4)光検出素子アレイ及び光入射部の間に設けられ、光入射部の近傍の基板部分に光が照射された

際に発生するキャリアを捕獲して外部へと排出するためのキャリア捕獲部とを備えることを特徴とする。

- [0011] 上記した光検出器においては、分光器に適用した場合に分光された光のスペクトル成分の検出に用いられる光検出素子アレイと、測定対象の光を入射する光入射部の開口部とを同一の基板上に設けた構成により、分光器の構成要素となる光検出素子アレイ及び光入射部を、あらかじめ精度良く位置決めして形成することができる。したがって、簡単な構成で、構成要素の位置決め精度を向上することが可能な光検出器が実現される。また、光検出素子アレイ及び光入射部の配置についての自由度が高くなる。
- [0012] さらに、このように光検出素子アレイと同一の基板上に光入射部がある構成では、入射光の一部が、光入射部の近傍で基板に直接に照射されて、余分なキャリアが発生する場合がある。これに対して、本光検出器では、光検出素子アレイ及び光入射部の間にキャリア捕獲部を設けている。これにより、光入射部の近傍で入射光の一部が基板に照射された場合であっても、光検出素子による光の検出を良好に行うことが可能となる。なお、この光検出器は、表面照射型または裏面照射型のいずれにも構成することができる。
- [0013] 光検出器の具体的な構成については、基板は、第1導電型基板、及び第1導電型基板上に形成された第2導電型エピタキシャル層を有するとともに、光検出素子として機能するチャンネル領域がエピタキシャル層内に形成され、キャリア捕獲部は、第2導電型エピタキシャル層のうちで光検出素子アレイ及び光入射部の間にある層部分によって構成されていることが好ましい。
- [0014] あるいは、基板は、第1導電型基板、及び第1導電型基板内に形成された第2導電型ウェル領域を有するとともに、光検出素子として機能するチャンネル領域がウェル領域内に形成され、キャリア捕獲部は、第2導電型ウェル領域のうちで光検出素子アレイ及び光入射部の間にある領域部分によって構成されていることが好ましい。
- [0015] あるいは、基板は、第1導電型基板を有し、光検出素子として機能するチャンネル領域が第1導電型基板内に形成されるとともに、第1導電型基板の光検出素子アレイ及び光入射部の間にある基板部分内にダミーチャンネル領域が形成され、キャリア

捕獲部は、ダミーチャンネル領域によって構成されていることが好ましい。

[0016] また、このような構成においては、キャリア捕獲部に対し、捕獲されたキャリアを外部に排出するための電極が接続されていることが好ましい。

[0017] 本発明による分光器は、(1) 上記した光検出器と、(2) 光入射部から光検出素子アレイへの光路上となる所定の位置に光検出器に対して位置決めして設けられた分光素子を含む分光光学系とを備え、(3) 光入射部から入射した光を分光素子によって分光し、得られたスペクトル成分を光検出素子アレイでの複数の光検出素子のそれぞれによって検出することを特徴とする。

[0018] 上記した分光器においては、光検出素子アレイと光入射部とが同一の基板上に設けられた上記構成の光検出器を用いることにより、それらが精度良く位置決めされ、かつ、簡単な構成の分光器を得ることが可能となる。また、光検出素子アレイ及び光入射部を互いにアライメントして固定する工程が不要となるので、分光器の製造が容易となる。また、本分光器では、光検出器において光検出素子アレイ及び光入射部の間にキャリア捕獲部が設けられている。これにより、光入射部の近傍で入射光の一部が基板に直接に照射された場合であっても、分光された光のスペクトル成分を光検出素子で良好に検出することが可能となる。

発明の効果

[0019] 本発明による光検出器及びそれを用いた分光器によれば、光検出素子アレイと光入射部とを同一の基板上に設け、それらの間にキャリア捕獲部を設けた構成により、簡単な構成で、分光器の構成要素の位置決め精度が向上されるとともに、分光された光のスペクトル成分を光検出素子で良好に検出することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、光検出器の一実施形態の構成を表面側から示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示した光検出器の構成を裏面側から示す斜視図である。

[図3]図3は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成を示す断面図である。

[図4]図4は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成の他の例を示す断面図である。

[図5]図5は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成の他の例を示す断面図である。

[図6]図6は、分光器の一実施形態の構成を示す斜視図である。

[図7]図7は、図6に示した分光器を分解して示す斜視図である。

[図8]図8は、従来の分光器の構成を示す斜視図である。

符号の説明

[0021] 1A、1B…光検出器、10…半導体基板、11…フォトダイオードアレイ、12…フォトダイオード、13…光入射部(開口部)、14、15…検出器側位置決め部、18…電子回路部、19…電極パッド、60、70、80…キャリア捕獲部、101…n型基板、102…p型エピタキシャル層、103…p型ウェル領域、104、105…ダミーチャンネル領域、121、122、123…チャンネル領域、61〜64、71〜74、81、83…電極、2…本体、20…板状部、21、22…支持部、21a、22a…本体側位置決め部、23…レンズ、24…反射型平面回折格子。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、図面とともに本発明による光検出器及びそれを用いた分光器の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

[0023] まず、本発明による光検出器の構成について説明する。

[0024] 図1は、本発明による光検出器の一実施形態の構成を表面側から示す斜視図である。また、図2は、図1に示した光検出器の構成を裏面側から示す斜視図である。

[0025] ここで、以下においては、説明の便宜のため、図1に示すように、光検出器の基板に直交する軸をz軸、z軸に直交して基板面を規定する2つの軸をx軸、y軸とする。また、説明上必要な場合には、x軸の負の方向、正の方向をそれぞれ左方向、右方向、y軸の負の方向、正の方向をそれぞれ前方向、後方向、z軸の負の方向、正の方向をそれぞれ下方向、上方向として説明する。

[0026] 本実施形態の光検出器1Aは、例えばシリコン(Si)などの半導体材料からなる基板10を有している。この基板10の上面10a上には、複数のフォトダイオード(光検出素

子)12を有するフォトダイオードアレイ(光検出素子アレイ)11が、所定の配列で形成されている。このフォトダイオードアレイ11は、後述するように、本光検出器1Aを分光器に適用した場合に、分光された光のスペクトル成分の検出に用いられるものである。図1においては、フォトダイオードアレイ11は、上面10aの前方のやや左側に、x軸をフォトダイオード12の配列方向として設けられている。

[0027] また、基板10には、上面10aから下面10bへと貫通する開口部13が形成されている。この開口部13は、本光検出器1Aを分光器に適用した場合に、フォトダイオード12で検出する光を入射するための光入射部として用いられるものであり、フォトダイオードアレイ11に対して所定の位置関係で、あらかじめ位置決めされて設けられている。図1においては、光入射部13は、基板10の前方の右側でフォトダイオードアレイ11の右端のフォトダイオード12と所定距離を置いて隣り合う所定位置に、矩形スリット状の開口形状によって形成されている。

[0028] 上面10a上の後方側には、電子回路部18が設けられている。この電子回路部18には、フォトダイオードアレイ11に含まれる各フォトダイオード12へのバイアス電圧の印加及び信号処理に必要な配線、回路等が設けられる。また、上面10a上の左側及び右側の端部には、それぞれボンディングワイヤを介した電気信号の入出力等に用いられる電極パッド19が設けられている。

[0029] また、本光検出器1Aにおいては、上記したフォトダイオードアレイ11と光入射部13とに対し、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間に、光入射部13の近傍の基板部分に光が照射された際に発生するキャリアを捕獲して外部へと排出するためのキャリア捕獲部が設けられている。

[0030] 図3は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成を示す断面図である。この図では、フォトダイオードアレイ11のうちで右端に位置するフォトダイオード12、及び光入射部13を含む基板部分の構造を、x軸に沿った断面図によって示している。

[0031] 本実施形態での基板10は、n型(第1導電型)基板101と、n型基板101上に形成されたp型(第2導電型)エピタキシャル層102とを有して構成されている。また、エピタキシャル層102内には、フォトダイオードアレイ11のフォトダイオード12として機能

するn型チャンネル領域121が所定の配列で形成されている(図中には1つのみ図示)。また、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間には、その上面10a及び下面10b上の所定位置に、エピタキシャル層102に接続された電極61、及び基板101に接続された電極62がそれぞれ設けられている。

[0032] このような構成において、エピタキシャル層102のうちでフォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間にある層部分によってキャリア捕獲部60が構成されている。すなわち、光入射部13の近傍の基板部分において発生したキャリアは、エピタキシャル層102の上記層部分にて捕獲され、チャンネル領域121には到達しない。また、捕獲されたキャリアは、電極61を介して外部へと排出される。なお、光入射部13に対してフォトダイオードアレイ11の反対側にも、同様に電極63、64が設けられている。

[0033] 本実施形態による光検出器1Aの効果について説明する。

[0034] 図1〜図3に示した光検出器1Aにおいては、フォトダイオードアレイ11と、光入射部13となる開口部とを同一の基板10上に設けた構成としている。このような構成によれば、本光検出器1Aを分光器に適用した場合に、分光器の構成要素となるフォトダイオードアレイ11及び光入射部13を、あらかじめ精度良く位置決めして形成することができる。したがって、簡単な構成で、構成要素の位置決め精度を向上することが可能な光検出器が実現される。

[0035] また、このような構成では、フォトダイオードアレイと光入射部とを別部材とし、互いにアライメントして固定する構成と比べて、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の配置についての自由度が高くなる。このような配置の自由度は、フォトダイオードアレイを有する光検出器を用いて分光器を構成する上で有効である。

[0036] ここで、光入射部13では、基板10の下面10b側から上面10a側へと向かう方向が、本光検出器1Aを分光器に適用した場合の光の入射方向となる。この光入射部13の開口部は、例えば矩形状の開口形状で上面10a及び下面10bに垂直または所定角度で傾いた側面を有して形成され、測定対象として分光器へと入射する光の光路や入射角度を制限する。

[0037] さらに、上記した光検出器1Aでは、光入射部13の近傍の基板部分で発生するキャリアに対して、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間にキャリア捕獲部60

を設けている。これにより、光入射部13近傍でのキャリアの発生にかかわらず、フォトダイオード12による光の検出を良好に行うことができる。

[0038] すなわち、上記した光検出器1Aを分光器に適用した場合、回折格子などの分光素子を経てフォトダイオードアレイ11で信号光として検出される光の強度は、光入射部13から分光器内へと入射される光に比べて弱い(例えば、1/1000程度)。一方、光入射部13からの入射光は通常広がり角度を有し、その一部は光入射部13の開口部の側面などから基板10に直接に照射される場合がある。このとき、キャリア捕獲部60が無い場合には、基板10内で入射光に起因して発生したキャリアがフォトダイオード12でのノイズとなり、分光された光のスペクトル成分の検出が良好に行えないこととなる。

[0039] これに対して、上記したようにキャリア捕獲部60を設けることにより、光入射部13の近傍で発生した余分なキャリアはフォトダイオード12には到達しなくなる。したがって、フォトダイオード12でのノイズを低減して、良好な検出条件で光の検出を行うことが可能となる。また、このような構成では、キャリア捕獲部60に対し、捕獲されたキャリアを外部に排出するための電極(図3における電極61)が接続されていることが好ましい。

[0040] なお、光入射部13を通して光を入射するための構成としては、様々な構成を用いることができる。図2には、その一例として、光ファイバ51から出射された光を光入射部13の下方に位置するプリズム52で反射して入射する構成を示している。このように、基板10の下面10b側に光入射用の光ファイバを設置する場合、下面10b上に光ファイバの位置決め及び固定用のV溝等を設けておくことが好ましい。

[0041] さらに、光検出器は、一般には、表面照射型または裏面照射型のいずれにも構成することができる。裏面照射型の場合、光は基板の表面から照射されるので、照射された光を裏面で受けるために光検出素子が基板の裏面上に形成される。また、基板については、その一部または全部を薄型化しても良い。短い波長の光の検出には、裏面照射型の光検出器の使用が好ましい。光検出器に用いられる基板は、例えば3.0mm×10.0mm程度のサイズであり、また、光入射部となる開口部(スリット)は、例えば150 μ m×1.5mm程度のサイズである。

- [0042] 上記構成の光検出器1Aの作製においては、まず、n型基板101上にp型層102をエピタキシャル成長によって形成し、エピタキシャル層102内にフォトダイオードアレイ11における個々のフォトダイオード12となるn型チャンネル領域121を形成する。さらに、必要な配線及び表面保護膜等を形成した後、ドライエッチングまたはウエットエッチングによって光入射部13の開口部を形成する。
- [0043] また、光検出器に設けられるキャリア捕獲部の構成については、図3に示した構成例以外にも、様々な構成を用いることができる。
- [0044] 図4は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成の他の例を示す断面図である。本構成例での基板10は、n型(第1導電型)基板から構成されている。基板10内には、p型(第2導電型)ウエル領域103が形成されている。また、ウエル領域103内には、フォトダイオードアレイ11のフォトダイオード12として機能するn型チャンネル領域122が所定の配列で形成されている(図中には1つのみ図示)。また、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間には、その上面10a及び下面10b上の所定位置に、ウエル領域103に接続された電極71、及び基板10に接続された電極72がそれぞれ設けられている。
- [0045] このような構成において、ウエル領域103のうちでフォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間にある層部分によってキャリア捕獲部70が構成されている。すなわち、光入射部13の近傍の基板部分において発生したキャリアは、ウエル領域103の上記領域部分にて捕獲され、チャンネル領域122には到達しない。また、捕獲されたキャリアは、電極71を介して外部へと排出される。なお、光入射部13に対してフォトダイオードアレイ11の反対側にも、同様に電極73、74が設けられている。
- [0046] 図5は、図1に示した光検出器におけるキャリア捕獲部の構成のさらに他の例を示す断面図である。本構成例での基板10は、n型(第1導電型)基板から構成されている。また、基板10内には、フォトダイオードアレイ11のフォトダイオード12として機能するp型チャンネル領域123が所定の配列で形成されている(図中には1つのみ図示)。さらに、基板10のフォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間にある基板部分内に、キャリア捕獲層となるp型ダミーチャンネル領域104が形成されている。また、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13の間には、その上面10a上の所定位置に、

ダミーチャンネル領域104に接続された電極81が設けられている。

[0047] このような構成において、ダミーチャンネル領域104によってキャリア捕獲部80が構成されている。すなわち、光入射部13の近傍の基板部分に発生したキャリアは、キャリア捕獲用のダミーチャンネル領域104にて捕獲され、チャンネル領域123には到達しない。また、捕獲されたキャリアは、電極81を介して外部へと排出される。なお、光入射部13に対してフォトダイオードアレイ11の反対側にも、同様にダミーチャンネル領域105、電極83が設けられている。

[0048] これらの図3～図5に示すように、具体的なキャリア捕獲部の構成としては、様々な構成を用いることができる。一般には、キャリア捕獲部は、光検出素子アレイ及び光入射部の間に設けられ、光入射部の近傍の基板部分に光が照射された際に発生するキャリアを捕獲して外部へと排出することが可能なように構成されていれば良い。

[0049] なお、光入射部に対して図5のようにダミーチャンネル領域(ダミーフォトダイオード)を設ける場合には、十分にキャリアを捕獲可能であれば、ダミーチャンネル領域は光入射部を連続して取り囲むパターンであっても良く、あるいは、分離された複数のダミーチャンネル領域で取り囲むパターンであっても良い。

[0050] 次に、本発明による分光器の構成について説明する。

[0051] 図6は、本発明による分光器の一実施形態の構成を示す斜視図である。また、図7は、図6に示した分光器を分解して示す斜視図である。本実施形態の分光器は、光検出器1Bと、本体2とを備えて構成されている。なお、光検出器1Bにおける基板10、複数のフォトダイオード12を有するフォトダイオードアレイ11、光入射部13、電子回路部18、及びキャリア捕獲部60の構成については、図1～図3に示した光検出器1Aと同様である。

[0052] 本光検出器1Bにおいては、基板10には、光入射部である開口部13に加えて、それぞれ上面10aから下面10bへと貫通する2つの開口部14、15が形成されている。これらの開口部14、15は、基板10の上面10a上に分光器を構成する他の部材を位置決めして設置するために用いられる検出器側位置決め部であり、フォトダイオードアレイ11に対して所定の位置関係で、あらかじめ位置決めされて設けられている。

[0053] 本実施形態においては、図7の分解図に示すように、位置決め部14は、基板10の

後方の左側の所定位置に、矩形状の開口形状によって形成されている。また、位置決め部15は、基板10の後方の右側の所定位置に、同じく矩形状の開口形状によって形成されている。

- [0054] この光検出器1Bに対し、本体2は、基板10の上面10a上に位置決めして設置されている。この本体2は、基板10の上方に位置する板状部20と、板状部20を基板10上に支持する支持部21、22とを有して構成されている。板状部20は矩形の平板状に形成されており、その下面20bが、基板10と所定の距離を隔てて対向する光学面となっている。本分光器において測定対象となる光は、光入射部13の開口部内を通過し、その上方にある板状部20に向けて照射される。
- [0055] 板状部20の左端部と基板10との間には、支持部21が設けられている。また、板状部20の右端部と基板10との間には、支持部22が設けられている。これにより、本体2は板状部20及び支持部21、22からなるブリッジ形状となっている。また、この本体2は、所定波長の光を透過する透明樹脂材料によって一体に形成されている。
- [0056] 支持部21の下面側の所定位置には、図7に示すように、凸状部21aが設けられている。また、支持部22の下面側の所定位置には、同様に、凸状部22aが設けられている。これらの凸状部21a、22aは、それぞれ基板10の上面10a上に設けられた検出器側位置決め部14、15の開口部に対応する位置及び形状によって形成されている。これにより、凸状部21a、22aは、位置決め部14、15と嵌合することによって本体2と光検出器1Bとを位置決めする本体側位置決め部となっている。
- [0057] 光検出器1Bの基板10に対向している板状部20の下面(内面)20b上には、光入射部13から入射する光の光路上となる所定の位置に、レンズ23が設けられている。レンズ23は、板状部20の上面(外面)20a上またはその近傍の所定位置を中心とする半球に近い形状のレンズであり、下面20b上に一定の曲率を有する曲面部分を形成することによって板状部20と一体に設けられている。
- [0058] また、板状部20の上面20a上でレンズ23の曲率中心を含む部位には、平面状の回折格子24が設けられている。回折格子24は、光入射部13から入射してレンズ23を通過した光を分光する分光素子である。この回折格子24は、レンズ23に対応する円形状の外形を有する反射型の平面回折格子であり、その光の分散方向がフォトダ

イオードアレイ11でのフォトダイオード12の配列方向(x軸方向)と一致するように形成されている。なお、平面回折格子においても、収差を低減した反射型のブレード格子を用いることができる。

- [0059] 以上の構成を有する分光器において、光検出器1Bの基板10に設けられた光入射部13から分光器内へと入射した測定対象の光は、板状部20の下面20bに到達し、レンズ23によって平行光とされた後、分光素子である反射型平面回折格子24へと入射する。
- [0060] 入射した光は、回折格子24によって反射されると同時にその波長によって各スペクトル成分へと分解され、レンズ23を介して基板10の上面10aに向けて出射される。そして、分光された光のスペクトル成分は、上面10a上に設けられたフォトダイオードアレイ11へと集束されつつ入射し、それぞれ対応するフォトダイオード12によって検出される。
- [0061] 本実施形態による分光器の効果について説明する。
- [0062] 図6及び図7に示した分光器においては、フォトダイオードアレイ11と光入射部13とが同一の基板10上に設けられた上記構成の光検出器1Bを用いて分光器が構成されている。これにより、分光器の構成要素であるフォトダイオードアレイ11及び光入射部13が精度良く位置決めされ、かつ、簡単な構成の分光器を得ることが可能となる。また、このような構成では、分光器を製造する際に、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13を互いにアライメントして固定する工程が不要となる。したがって、分光器の製造工程を容易化することができる。
- [0063] また、本分光器では、光検出器1Bにおいてフォトダイオードアレイ11および光入射部13の間にキャリア捕獲部が設けられている(図3参照)。これにより、光入射部13の近傍で入射光の一部が基板に直接に照射された場合であっても、発生した余分なキャリアをキャリア捕獲部によって捕獲して、回折格子24によって分光された光のスペクトル成分をフォトダイオード12で良好に検出することができる。
- [0064] また、図6に示す分光器は、分光素子である回折格子24が設けられた本体2を、フォトダイオードアレイ11及び光入射部13が設けられた光検出器1Bの基板10上に設置することによって構成されている。このような分光器では、そのオンチップ構造によ

り、分光器の構成を全体として小型化することができる。

- [0065] ただし、分光器の構成としては、このような本体2を用いない構成としても良い。一般には、分光器は、上記構成の光検出器に加えて、光入射部から光検出素子アレイへの光路上となる所定の位置に光検出器に対して位置決めして設けられた分光素子を含む分光光学系を備えて構成されていれば良い。
- [0066] また、本実施形態においては、光検出器1Bと本体2とは、検出器側位置決め部14、15である開口部と、本体側位置決め部21a、22aである凸状部とが嵌合することによって位置決めして固定されている。このように、光検出器1B及び本体2の双方に位置決め部を設ける構成では、分光器を製造する際のパッシブアライメントによる位置決めが可能となり、分光器の製造がさらに容易となる。また、これらの光検出器1B及び本体2により、分光器の各構成要素が3次元に精度良く位置決めされて配置されることとなるので、完全なセルフアライメントが可能なチップサイズの分光器が実現される。
- [0067] 本発明による光検出器、及びそれを用いた分光器は、上述した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、分光器に用いられる分光素子については、上記した反射型平面回折格子以外にも様々なものを用いて良い。また、光検出器における基板上での光検出素子アレイ及び光入射部の配置構成等についても、分光器の全体構成、及びキャリア捕獲部の構成と合わせて様々な構成を用いることができる。

産業上の利用可能性

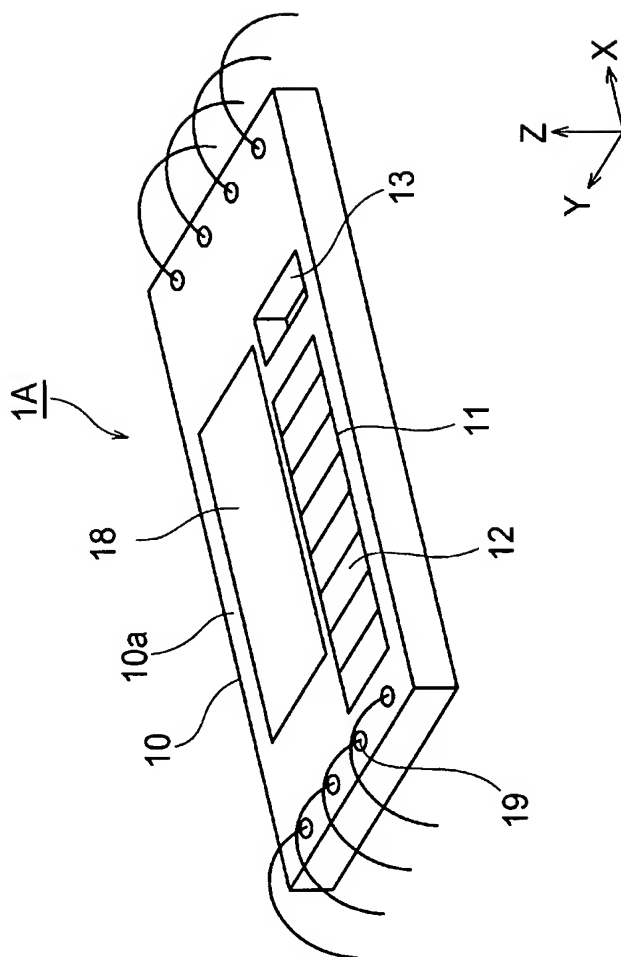
- [0068] 本発明は、簡単な構成で、分光器に適用した場合にその構成要素の位置決め精度を向上することが可能な光検出器、及びそれを用いた分光器として利用可能である。

請求の範囲

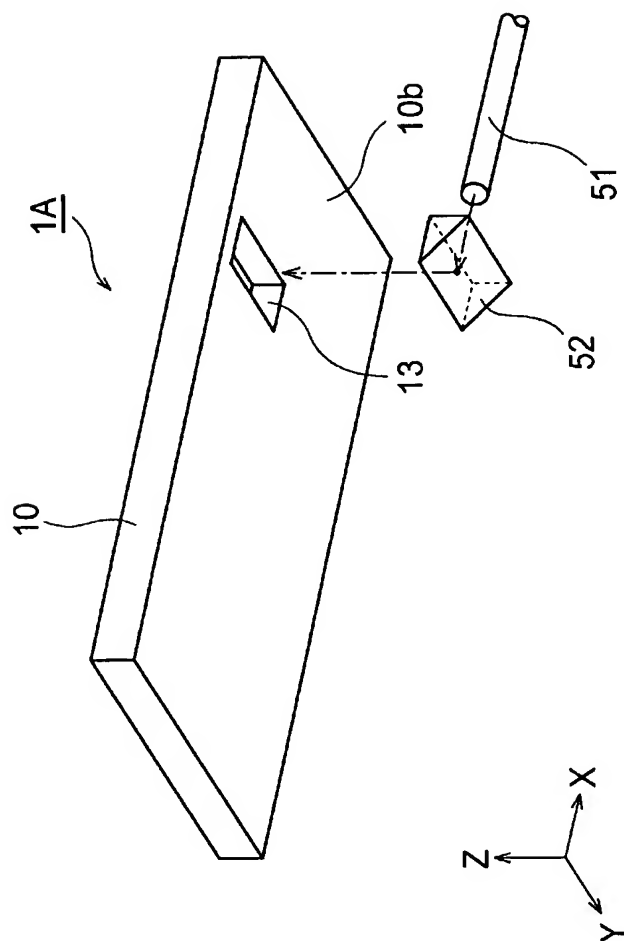
- [1] 基板と、
前記基板上に所定の配列で形成された複数の光検出素子を有する光検出素子アレイと、
前記光検出素子アレイに対して所定の位置関係で前記基板に形成された開口部を含み、前記光検出素子で検出する光を入射するために用いられる光入射部と、
前記光検出素子アレイ及び前記光入射部の間に設けられ、前記光入射部の近傍の基板部分に光が照射された際に発生するキャリアを捕獲して外部へと排出するためのキャリア捕獲部と
を備えることを特徴とする光検出器。
- [2] 前記基板は、第1導電型基板、及び前記第1導電型基板上に形成された第2導電型エピタキシャル層を有するとともに、前記光検出素子として機能するチャンネル領域が前記エピタキシャル層内に形成され、
前記キャリア捕獲部は、前記第2導電型エピタキシャル層のうちで前記光検出素子アレイ及び前記光入射部の間にある層部分によって構成されていることを特徴とする請求項1記載の光検出器。
- [3] 前記基板は、第1導電型基板、及び前記第1導電型基板内に形成された第2導電型ウェル領域を有するとともに、前記光検出素子として機能するチャンネル領域が前記ウェル領域内に形成され、
前記キャリア捕獲部は、前記第2導電型ウェル領域のうちで前記光検出素子アレイ及び前記光入射部の間にある領域部分によって構成されていることを特徴とする請求項1記載の光検出器。
- [4] 前記基板は、第1導電型基板を有し、前記光検出素子として機能するチャンネル領域が前記第1導電型基板内に形成されるとともに、前記第1導電型基板の前記光検出素子アレイ及び前記光入射部の間にある基板部分内にダミーチャンネル領域が形成され、
前記キャリア捕獲部は、前記ダミーチャンネル領域によって構成されていることを特徴とする請求項1記載の光検出器。

- [5] 前記キャリア捕獲部に対し、捕獲されたキャリアを外部に排出するための電極が接続されていることを特徴とする請求項1〜4のいずれか一項記載の光検出器。
- [6] 請求項1〜5のいずれか一項記載の光検出器と、
前記光入射部から前記光検出素子アレイへの光路上となる所定の位置に前記光検出器に対して位置決めして設けられた分光素子を含む分光光学系とを備え、
前記光入射部から入射した光を前記分光素子によって分光し、得られたスペクトル成分を前記光検出素子アレイでの前記複数の光検出素子のそれぞれによって検出することを特徴とする分光器。

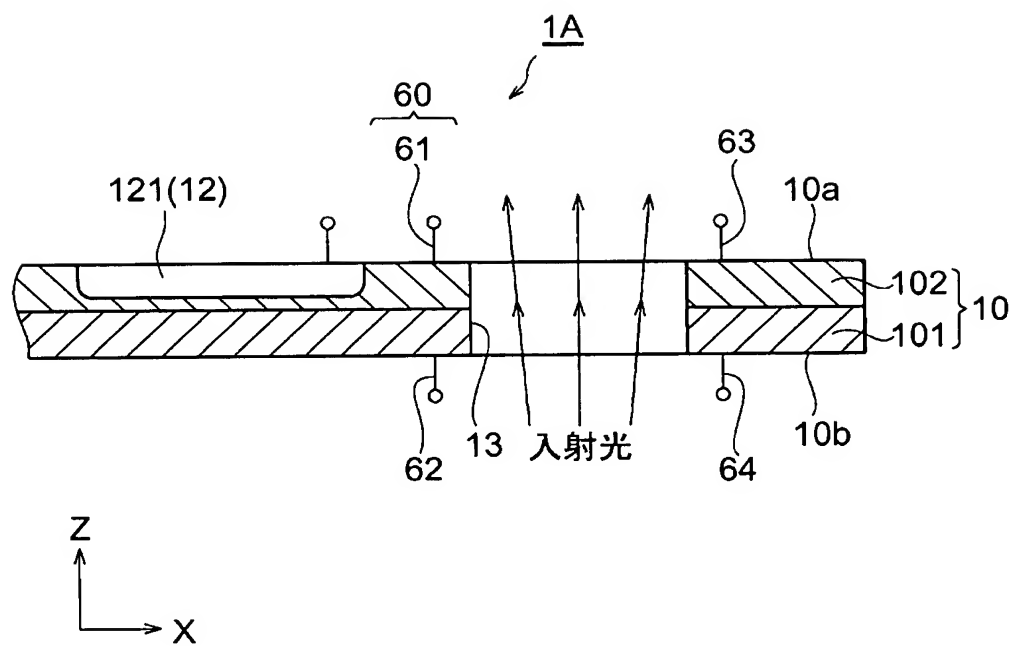
[図1]



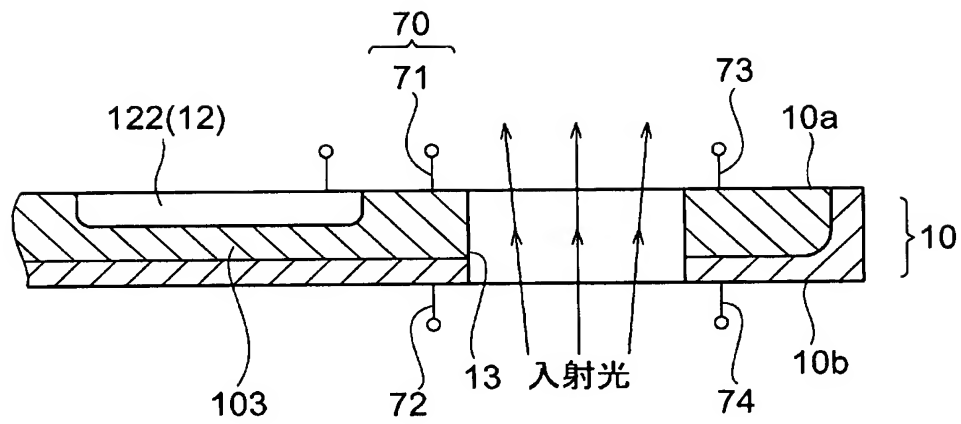
[図2]



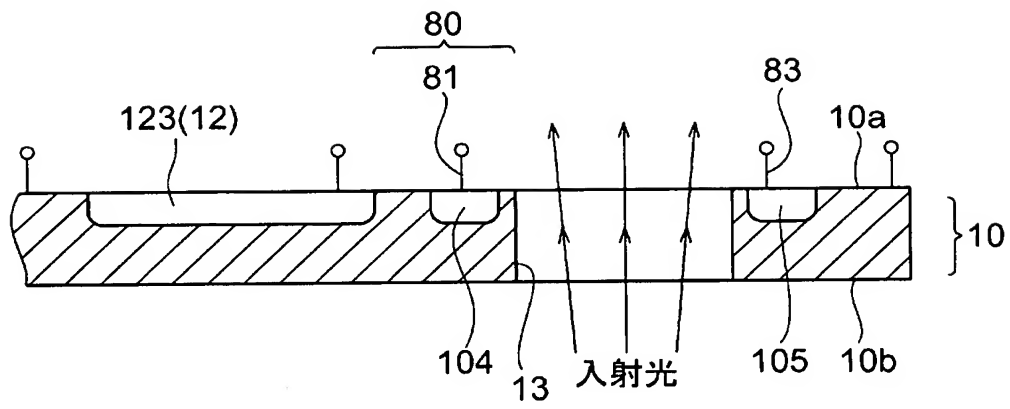
[図3]



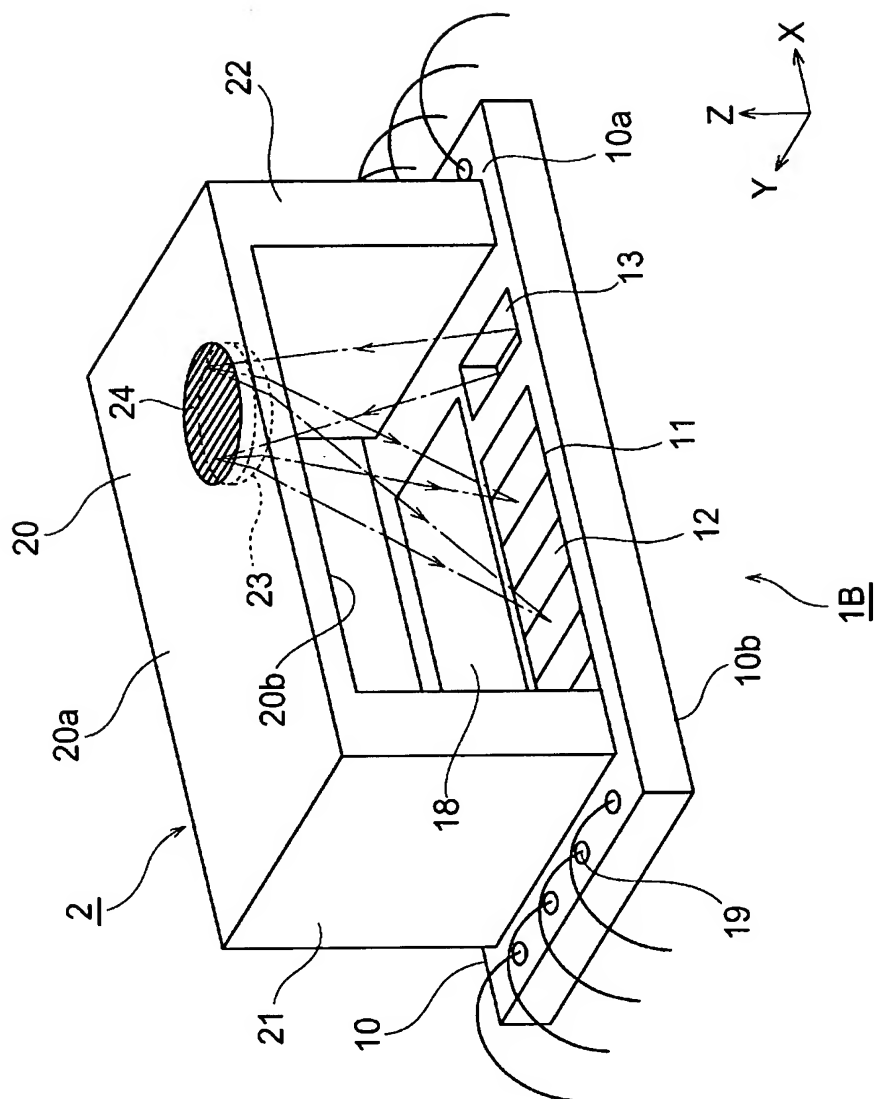
[図4]



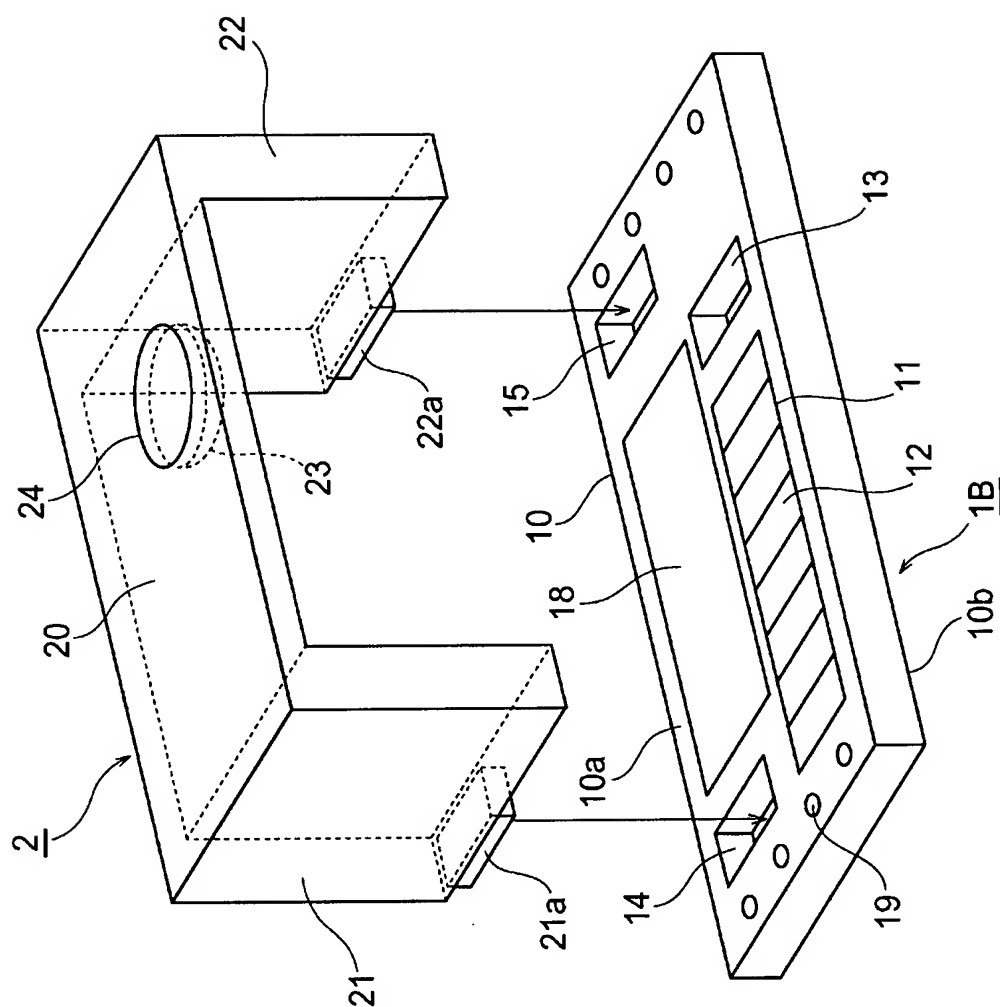
[図5]



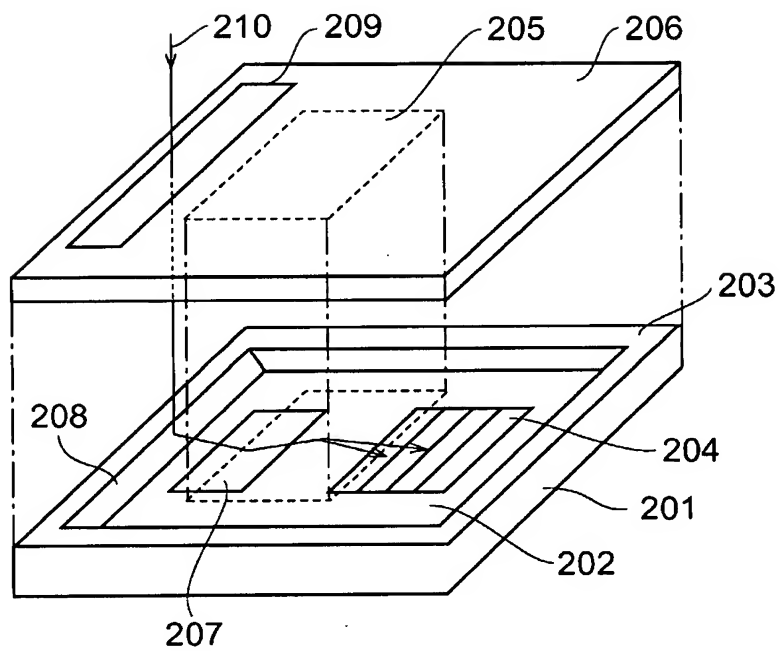
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01J1/02, G01J3/36, H01L27/14, H01L31/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01J1/02-1/04, G01J1/42, G01J3/00-3/51, H01L27/14,
H01L31/00-31/02, H01L31/08-31/10, H04N5/30-5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-89669 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; Figs. 1 to 15 (Family: none)	1-6
A	WO 96/08702 A1 (SITEK ELECTRO OPTICS AB), 21 March, 1996 (21.03.96), Full text; Fig. 1 & JP 10-506187 A & US 5869834 A	1-6
A	JP 1-115170 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 08 May, 1989 (08.05.89), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 February, 2005 (14.02.05)Date of mailing of the international search report
08 March, 2005 (08.03.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017411

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-193559 A (Nikon Corp.), 10 August, 1988 (10.08.88), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-6
P, A	JP 2004-77433 A (Kobe Steel, Ltd.), 11 March, 2004 (11.03.04), Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01J 1/02, G01J 3/36, H01L 27/14, H01L 31/10		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G01J 1/02-1/04, G01J 1/42, G01J 3/00-3/51, H01L 27/14, H01L 31/00-31/02, H01L 31/08-31/10, H04N 5/30-5/335		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-89669 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997. 04. 04, 全文, 第1-15図 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 96/08702 A1 (SITEK ELECTRO OPTICS AB) 1996. 03. 21, 全文, 第1図 & JP 10-506187 A & US 5869834 A	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 14. 02. 2005	国際調査報告の発送日 08. 3. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 平田 佳規 電話番号 03-3581-1101 内線 3290	2W 9807

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 1-115170 A (浜松ホトニクス株式会社) 1989.05.08, 全文, 第1-5図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 63-193559 A (株式会社ニコン) 1988.08.10, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-6
P, A	JP 2004-77433 A (株式会社神戸製鋼所) 2004.03.11, 全文, 第1-10図 (ファミリーなし)	1-6